

ハイパースペクトル画像診断技術を用いたマイクロプラスチックの高速な分析手法の開発

朱春茂、金谷有剛、中嶋亮太、土屋正史、
野牧秀隆、北橋倫、藤倉克則

海洋研究開発機構

2021年3月3日、オンライン

謝辞：文部科学省委託事業「海洋資源利用促進技術開発プログラム」における海洋情報把握技術開発課題「ハイパースペクトルカメラによるマイクロプラスチック自動分析手法の開発JPMXD0618067484」によって支援された。

背景：海のマイクロプラスチックは詳細不明

□現状

- 捨てられたプラスチックは紫外線などの影響で細かくなっていく。
- そのうち、**大きさが5mm以下の小さなプラスチック粒子がマイクロプラスチック**と呼ばれている。
- 海に流入すると、海洋生物、それに食物連鎖を通じて有害物質を蓄積し生態系へ悪影響を与えている。



神奈川県葉山の海岸で採取した、1円硬貨に載せたマイクロプラスチック。

□課題

- 海のプラスチックの分布や量などについてはまだ良くわかっていない。
- プラスチックの材質を識別しながらの効率的な分析手法が必要。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



これまでの主なマイクロプラスチック分析手法

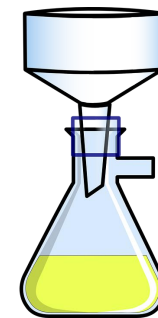
ニューストンネットで採集



化学処理による夾雑物の除去、密度分離

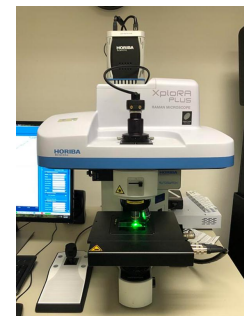


手作業で顕微鏡を見ながら拾い集める



問題点

- 網目が $300\mu\text{m}$ のため、それより小さな粒子は目を擦り抜けてしまい採集できない。
- 時間と手間がかかる。

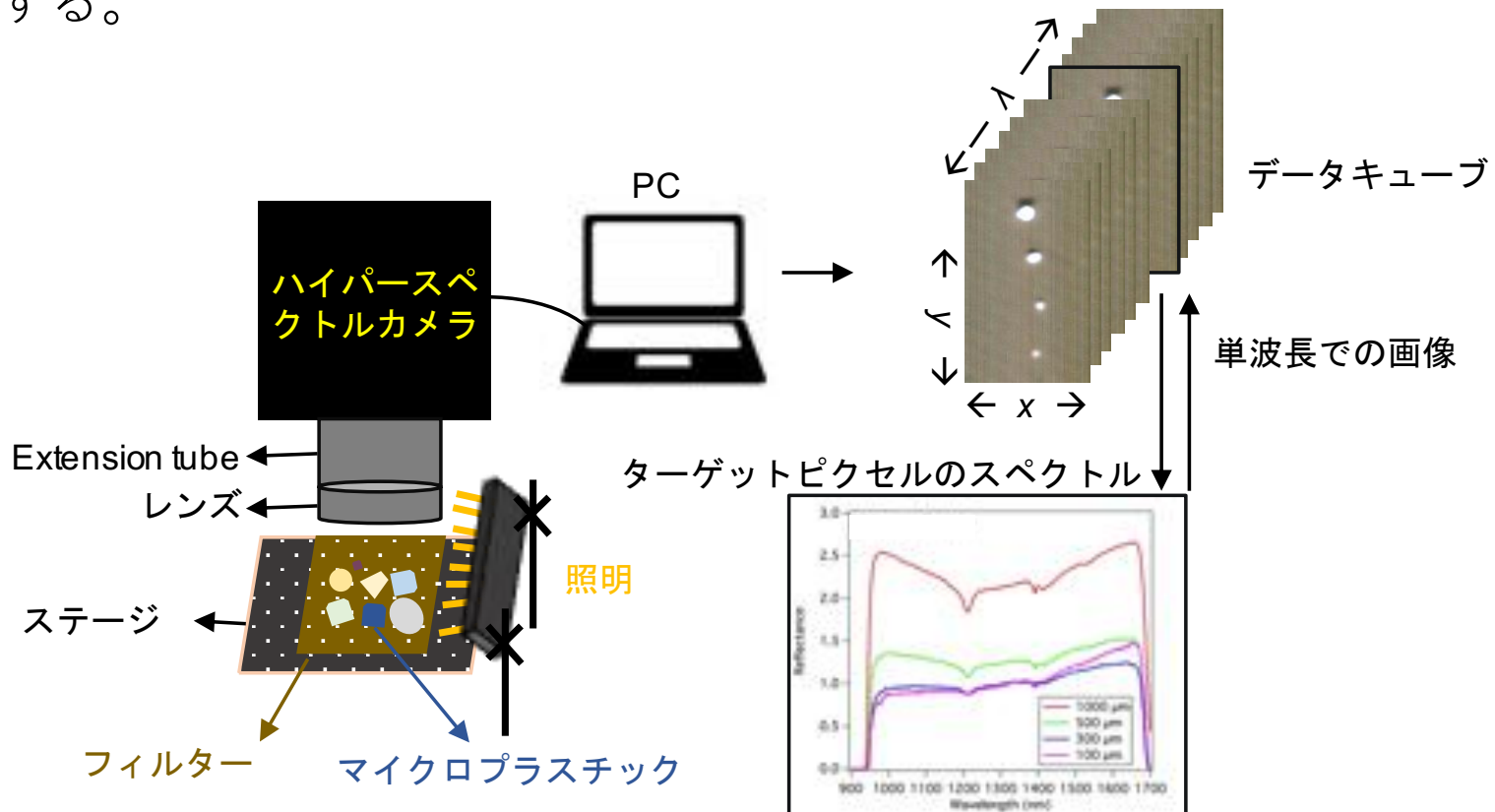


フーリエ変換赤外分光光度計、
ラマン分光光度計などで材質識別

ハイパースペクトル画像診断技術（HSI）

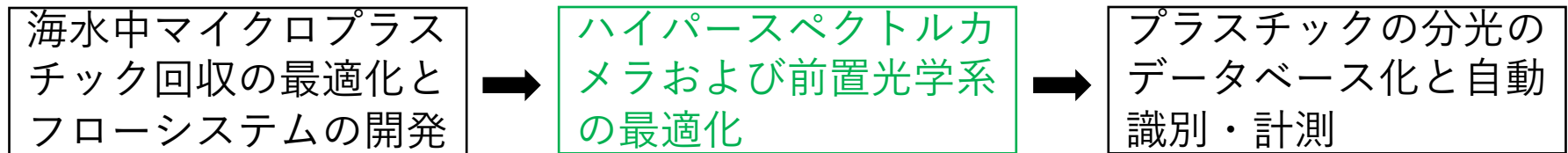
HSI技術とは、数十から数百に及ぶ多数の波長バンドにおいて対象物を撮影して評価に用い、視野内の物質を同定・識別する技術。

- 2次元の視野をグリッド化し、各グリッドでの多波長情報を収集する。
- 近赤外・短波長赤外波長範囲でラインスキャンして3次元配列情報を取得する。



本研究開発の目的

□海水中のマイクロプラスチックをフィルターでろ過し、そのままHSI技術で撮影・識別・分類する。



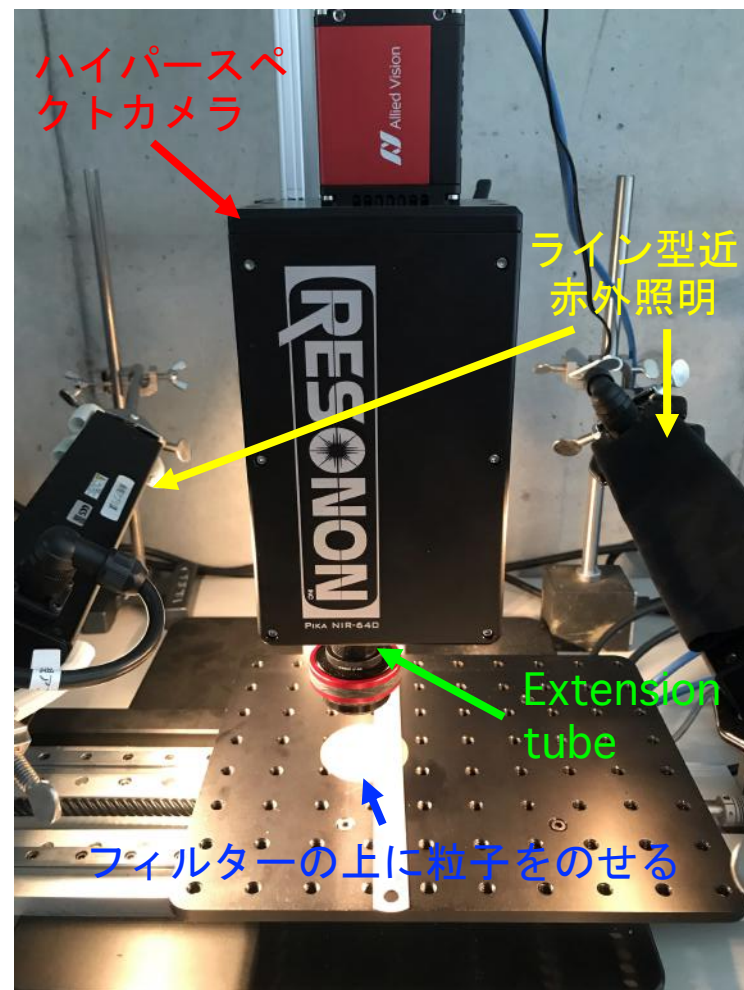
本研究開発で高めた要素技術のうち、以下の結果を示す。

- 身近なプラスチック材質の“指紋”（近赤外波長での反射スペクトル）
- 検出できる粒子の最小サイズ
- マイクロプラスチックの計測を妨げないフィルター材料の選定
- 実海洋環境中マイクロプラスチック計測への応用

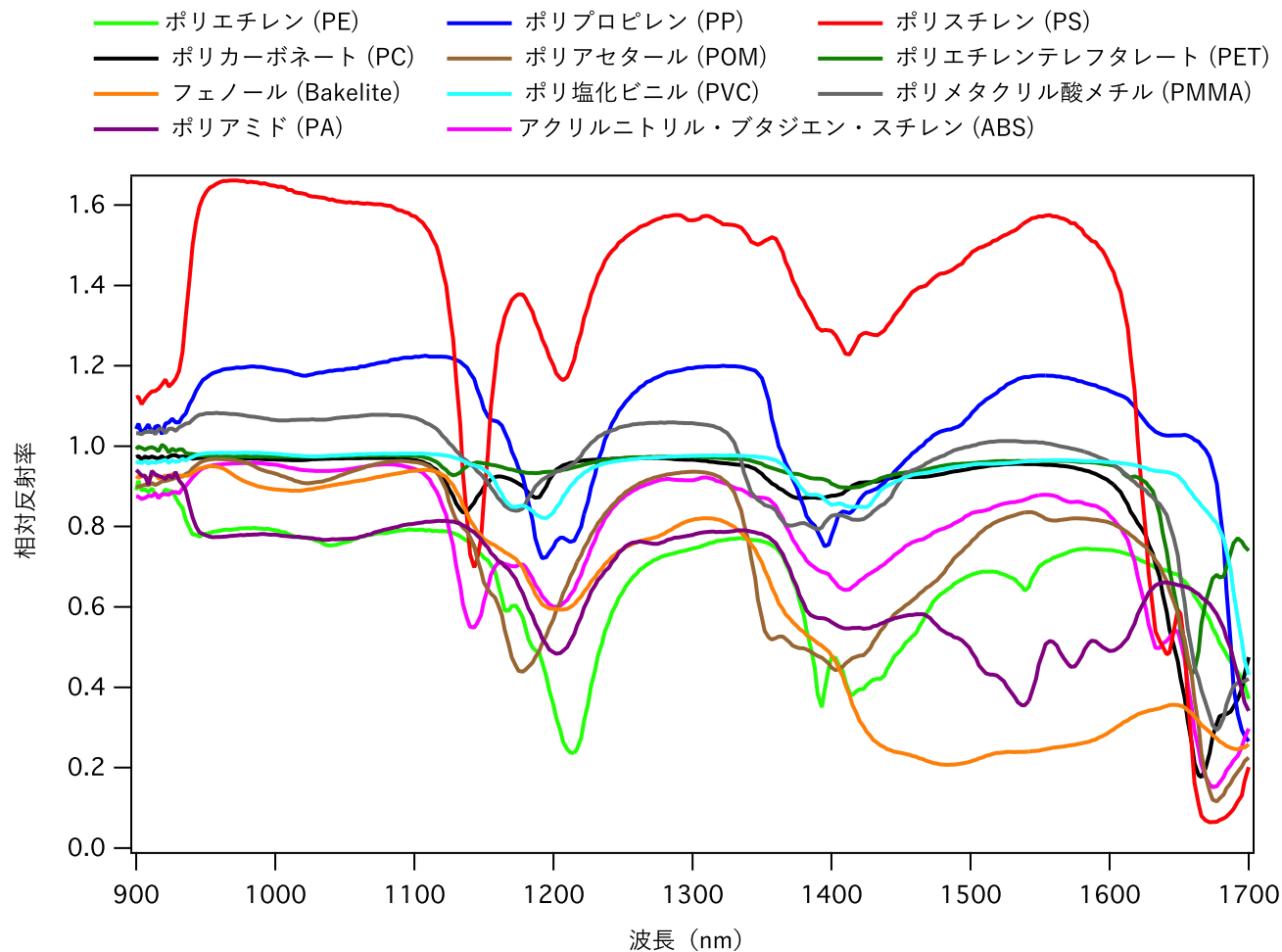
最適化したハイパースペクトル画像診断システム

□ 主な仕様

- ハイパースペクトカメラ：Pika NIR-640, Resonon Inc., USA
- 波長：1000–1700 nm、分解能2.5 nm
- 画素分解能：15 μm
- 照明：ライン型照明／レンズの横両側10cm
- 撮影方法：Extension tube装着による近接撮影
- MP自動識別・計測：Spectronon Proソフトウェア
 - 教師データのデータベース
 - Spectral Angle Mapper識別アルゴリズム

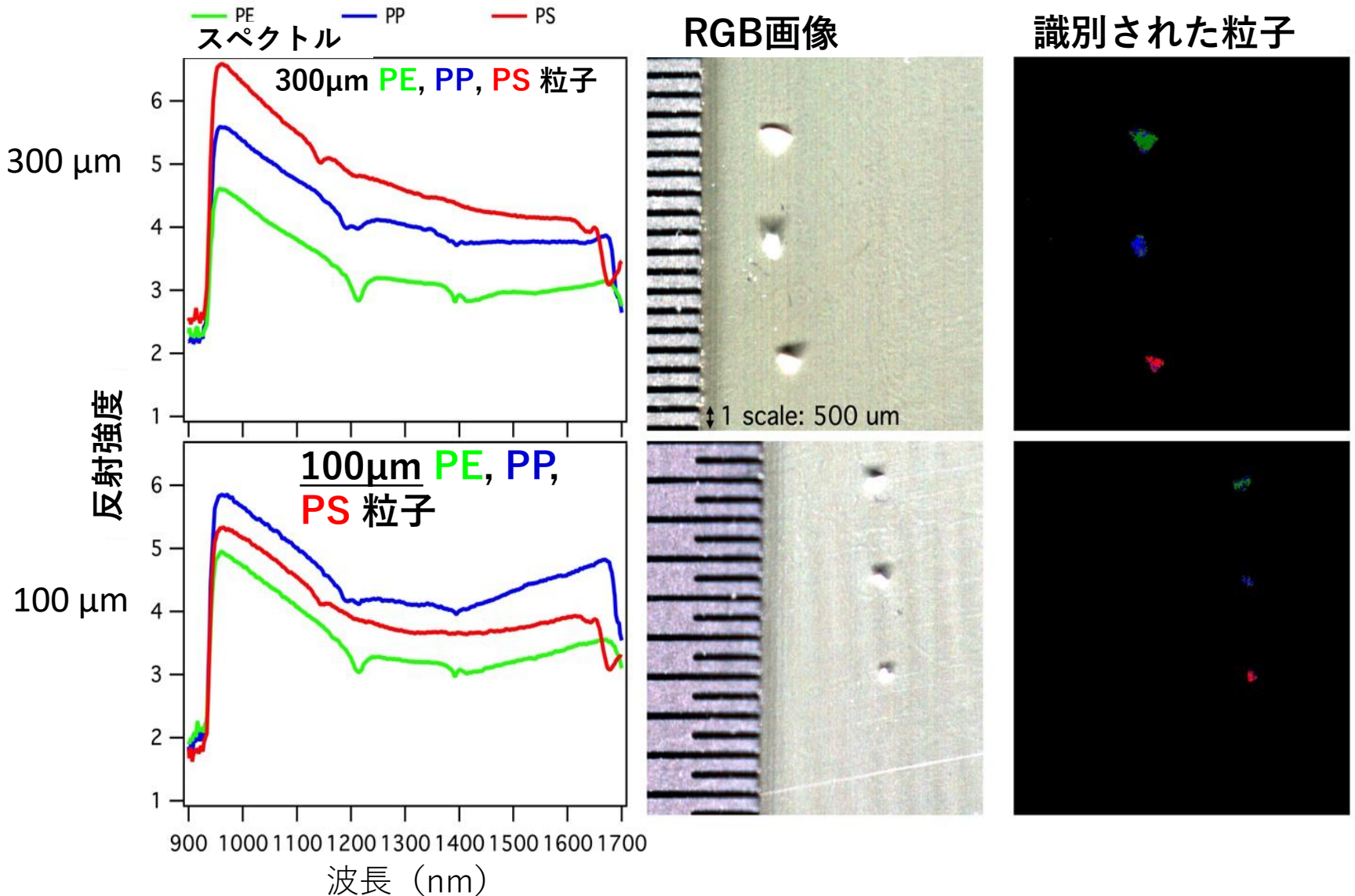


身近なプラスチック材質の“指紋”



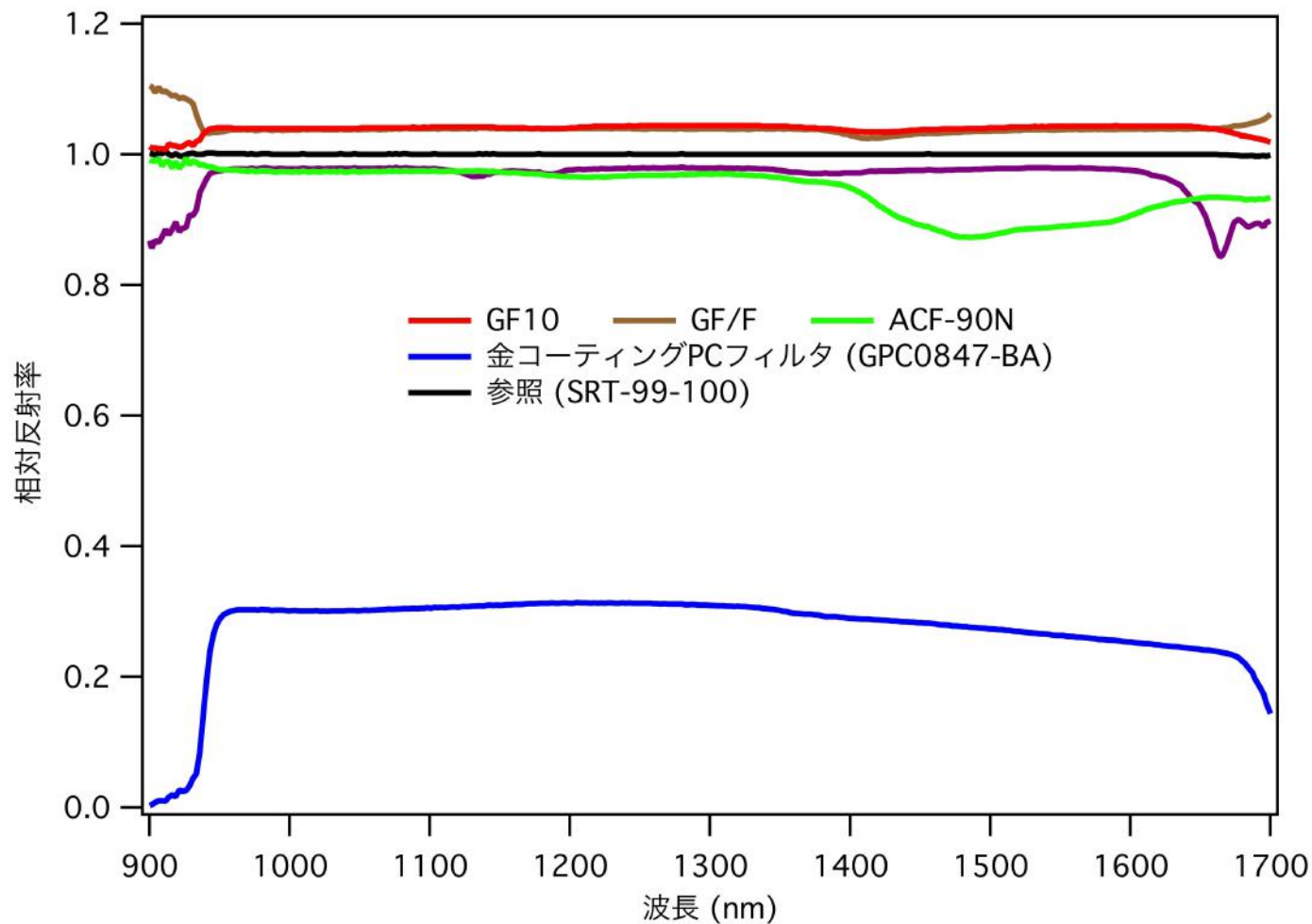
- 特徴的な“指紋”帯（識別感度が最も高い波長）：1150-1250 nm、1350-1450 nm及び1650-1700 nm
- これらの情報を用いてプラスチックの材質を識別できる →

検出できるプラスチックの最小サイズ



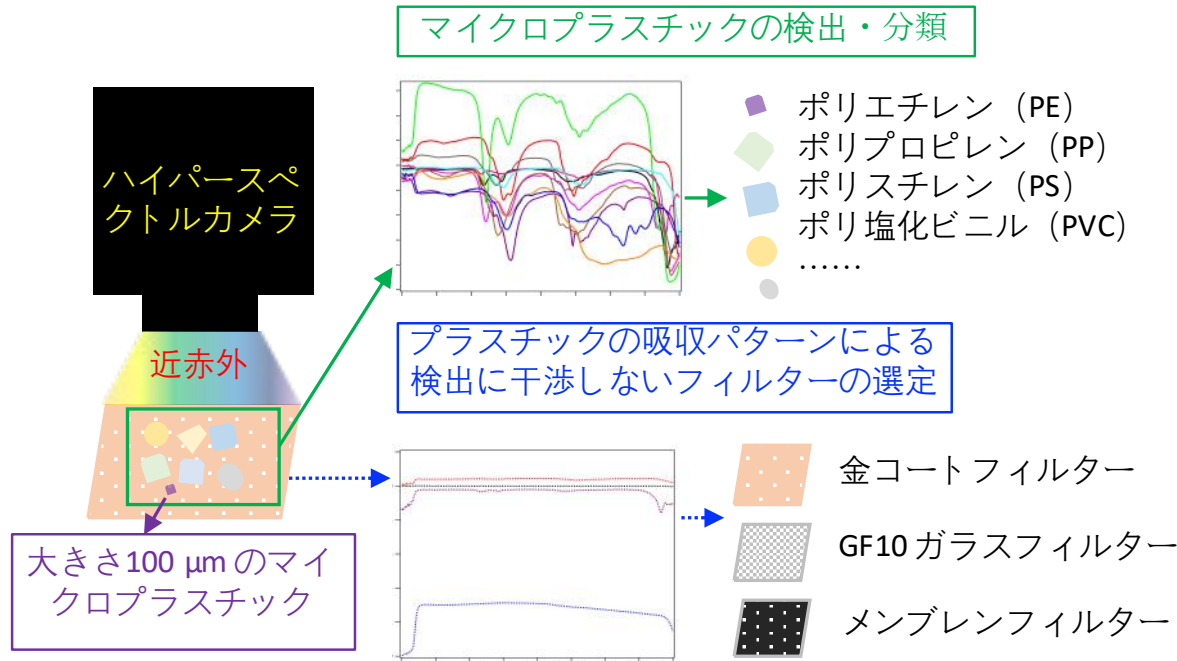
- 画像中粒子“指紋”の分析により、100 μm サイズの PE、PP、PS粒子の識別が可能

計測を妨げないフィルター材料の選定



- 金コーティングPCフィルタ：低強度だがフラット（高価格）
- GF10・GF/F・ACF-90Nフィルタ：相対的にフラット、低価格

まとめ



(Zhu et al., *Environ. Pollut.*, 2020; Zhu et al., *MethodsX*, 2021)

- 身近なプラスチック材質について、近赤外波長での“指紋”を明らかにした。
- “指紋”に基づいて、100 μmまでの微小なプラスチック粒子を検出し、材質を識別することに成功した。
- 海水中プラスチックを濾過後直接測るには、金コーティングフィルターや、低価格なガラスフィルターが有用である。
- 今後、試料回収や自動識別ユニットと連動し、実海洋試料の計測へ進む予定。